

日本特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

jc813 U.S. PTO
09/709454
11/13/00



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年11月16日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第325437号

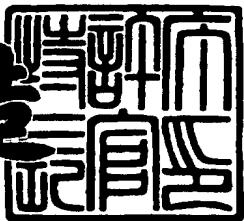
出願人
Applicant (s):

株式会社デンソー

2000年10月20日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3086578

【書類名】 特許願
【整理番号】 P991921
【提出日】 平成11年11月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B24B 37/00
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
【氏名】 松井 正樹
【特許出願人】
【識別番号】 000004260
【氏名又は名称】 株式会社デンソー
【代理人】
【識別番号】 100068755
【住所又は居所】 岐阜市大宮町2丁目12番地の1
【弁理士】
【氏名又は名称】 恩田 博宣
【電話番号】 058-265-1810
【選任した代理人】
【識別番号】 100105957
【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目10番4号 新宿辻ビル8
階
【弁理士】
【氏名又は名称】 恩田 誠
【電話番号】 03-5365-3057
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 002956
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

特平11-325437

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908214

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨方法において、

研磨面に酸化剤が存在する状態で研磨を行うようにしたことを特徴とするメカノケミカル研磨方法。

【請求項2】 前記酸化剤として、酸化性の薬液を用いたことを特徴とする請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項3】 前記酸化性薬液は過酸化水素水であることを特徴とする請求項2に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項4】 前記酸化剤として、酸化作用のある固体粉末を用いたことを特徴とする請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項5】 前記酸化作用のある固体粉末は、二酸化マンガンの粉末と三酸化ニマンガンの粉末のうちの少なくともいずれか一方を含むものであることを特徴とする請求項4に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項6】 前記酸化剤として、少なくとも酸素を含有した気体を用いたことを特徴とする請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項7】 前記少なくとも酸素を含有した気体は、酸素ガスと水蒸気の少なくともいずれか一方を含むものであることを特徴とする請求項6に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項8】 前記酸化性薬液を、滴下によって研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項2または3に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項9】 前記酸化作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項4または5に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項10】 前記酸化作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項4または5に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項11】 前記少なくとも酸素を含有した気体を、研磨を行おうとする部位に吹き付けることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項6または7に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項12】 前記少なくとも酸素を含有した気体を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側から研磨を行おうとする部位に吹き出させることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項6または7に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項13】 前記少なくとも酸素を含有した気体の雰囲気下において研磨を行うことにより同気体を研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項6または7に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項14】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させて研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項15】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項16】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末は、二酸化チタンと硫化カドミウムと三酸化ニンジウムのうちの少なくとも一つを含むものであることを特徴とする請求項14または15に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項17】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射するようにしたことを特徴とする請求項14～16のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項18】 前記半導体ウェハを加熱しながら半導体ウェハの研磨を行うようにしたことを特徴とする請求項1～17のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項19】 前記半導体ウェハは、炭化珪素ウェハであることを特徴とする請求項1～18のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項20】 前記半導体ウェハを研磨する加工圧力を、0.0098～0.294 MPa (0.1～3.0 kgf/cm²) としたことを特徴とする請

求項1～19のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項21】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面に酸化性薬液を供給するための注液器を設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項22】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

半導体ウェハに対し相対運動する部材側に、酸化作用のある固体粉末を配したことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項23】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面に向かって酸化性気体を吹き付けるガスインジェクタを設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項24】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面を酸化性気体雰囲気下にするために密閉容器構造としたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項25】 酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

半導体ウェハに対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性気体を供給するガス通路を設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項26】 少なくとも研磨面を加熱する加熱手段を設けたことを特徴とする請求項21～25のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項27】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を分散した液を研磨面に供給するための注液器を設けたことを特徴とする請求項21～25のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項28】 半導体ウェハに対し相対運動する部材に、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を配したことを特徴とする請求項21～25のいずれか1項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項29】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射する光源を設けたことを特徴とする請求項27または28に記載のメカノケミカル研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明はメカノケミカル研磨に係り、詳しくは、酸化クロム(III)つまり Cr_2O_3 を砥粒として用いた研磨技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

シリコン（以後、Siと記す）よりも大きな物性値を持つ炭化珪素（以後、SiCと記す）に形成したパワー半導体素子は、Siのパワー半導体素子よりも優れた性能を実現できる。詳しくは、広いエネルギーギャップ（Siに対して、約3倍）によって、高温まで半導体として機能できること、高い絶縁破壊耐圧（10倍）によって、高耐圧化が可能であること、高い熱伝導率（約3倍）によって、放熱性に優れ、さらなる大電流化が図れることがあげられる。具体的には、例えば図22に示すように、素子を形成するSiCウェハは、高不純物濃度の単結晶SiC基板100上に、低不純物濃度のSiC層101がエピタキシャル成長で形成されたウェハが使用される。この低濃度層101に縦方向に電流を流すタイプの素子（例えば、VDMOS）103が形成される。また、光デバイスの分野では、短波長の発光が可能な材料としてGaNが研究されているが、SiCはサファイアに比べてGaNとの格子不整合が小さいために、SiCウェハはGaN薄膜を形成する下地基板としても注目されている。

【0003】

SiCウェハは、SiC粉末を昇華して種結晶に再結晶化で成長させたバルク単結晶SiCを、切断してウェハ形状にした後、その表面（切断面）を鏡面加工する。この面にSiC層、あるいはGaN層をエピタキシャル成長させるが、結晶性の良いエピタキシャル層を得るために、無欠陥で、しかも原子レベルで平滑な面であることが要求される。

【0004】

SiCの鏡面加工は、ダイヤモンド砥粒で表面を研磨して平滑化する方法が一般的である。これは、SiC（被研磨材料）よりも硬い材料の砥粒（ダイヤモンド）を使って表面を削る機械的な表面加工方法である。ここで、砥粒径を小さくするほど、表面は平滑になる（面粗度が向上する）が、加工による欠陥（加工変質層）の発生を抑止することはできない。従って、研磨後にドライエッティングする、または熱酸化で酸化膜を成長させた後にフッ酸でウェットエッティングするなどの加工変質層を除去する工程を研磨の後工程として行わなければならないといった問題があった。

【0005】

また、ダイヤモンド砥粒は高価であり、粒径が小さくなるほど、さらに高価になる。さらに、微小な砥粒の中に大きな砥粒が混入していると、面粗度が向上しない、またはひっかき傷が発生して深い欠陥が局所的に発生することがあるため、粒径のそろった高品質なダイヤモンド砥粒を使用しなければならず、やはりこの点でも砥粒は高価になる。また、工程管理（砥粒径の管理）も難しくなる。このようにダイヤモンド砥粒を使った研磨には問題があった。

【0006】

被研磨材料よりも硬度が小さい材料を砥粒とした研磨ならば、加工面にダメージの少ない加工ができるが、直接砥粒が被研磨材料を削る機械的な加工はできない。被研磨材料の表面に機械的に脆い反応生成物（酸化物、化合物など）を形成して、これを軟質砥粒で剥ぎ取る研磨方法、いわゆるメカノケミカル研磨（化学的機械研磨；CMP）ができればよい。しかし、SiCは化学的に安定な材料であるために、反応生成物の形成が困難である。

【0007】

SiCのメカノケミカル研磨の方法については、酸化クロムを砥粒としてSiCを研磨する方法が報告されている（M.Kikuchi, Y.Takahashi, T.Suga, S.Suzuki, and Y.Band, "Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium(III) Oxide Abrasive", J.Am.Ceram.Soc., 75 [1] (1992) 189）。これによると、酸化クロム砥粒を樹脂で固めたディスク（固定

砥粒)上でSiCをドライポリッシュすることで、残留歪み、ひっかき傷のない研磨(CMP)が実現できることが報告されている。

【0008】

また、特開平7-80770号公報では、遊離砥粒の酸化クロム粉末とポリシング定盤の硬度がマイクロビックカース硬さで1000~2000の材料を使用することで、SiCの表面平坦度を良くする方法が提案されている。これらの方法は、被研磨材料と砥粒の接触点におけるメカノケミカル現象で、両者の直接的な固相反応で生じた反応相を砥粒の摩擦作用により除去する研磨方法である。

【0009】

この固相反応を利用した研磨方法は、特公昭56-23746号公報で提案された方法であり、前述の“Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium(III) Oxide Abrasive”と特開平7-80770号公報は、被研磨材料がSiC、砥粒が酸化クロムの組み合わせで行われたものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、固相反応を生じさせるためには、被研磨材料と砥粒の接点において、きわめて高圧で両者を接触させることが重要であると推察される。加工圧力は、前述の“Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium(III) Oxide Abrasive”では0.34MPa(3.5kgf/cm²)、特開平7-80770号公報では、900kgf/cm²で実験をしている。高い加工圧力が必要になると、大口径のウェハを研磨するときには、ポリシング定盤にきわめて高い圧力がかかることになる。また、同じポリシング定盤上で複数のウェハを同時に研磨する場合については、さらに高圧がかかることになる。従って、研磨装置には従来にない高い剛性が必要となるといった問題があった。

【0011】

また、加工圧力は、砥粒との接触点であるウェハ表面だけでなくSiCウェハ全体に加わることになり、結晶歪や欠陥の発生、既存の欠陥の進行、さらには不

均一に力が加わった場合にはウェハが割れるといった問題が生じる。しかし、低い加工圧力では固相反応が起こらない、また反応が生じてもその速度、すなわち研磨速度が遅くなり、研磨時間が長くなるといった問題があった。

【0012】

この発明はこのような背景の元になされたものであり、その目的は、SiCなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができるメカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載のメカノケミカル研磨方法によれば、酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用いて被研磨材である半導体ウェハの研磨を行う際に、研磨面に酸化剤が存在する。この酸化剤により、研磨能率が促進される。

【0014】

これは、次の理由によると推測される。酸化クロム砥粒の作用に関して、酸化クロム砥粒は本来、半導体（例えばSiC）の表面に酸化物を形成する触媒として機能しているが、研磨面に配した酸化剤により半導体（例えばSiC）と反応する酸素が増加して反応効率が向上し、それ故、研磨能率の促進が図られるものと考えられる。

【0015】

このようにして、SiCなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができる。

ここで、前述の酸化剤として、請求項2に記載のように、酸化性の薬液（例えば、請求項3に記載のように過酸化水素水）を用いたり、請求項4に記載のように、酸化作用のある固体粉末（例えば、請求項5に記載のように二酸化マンガンの粉末と三酸化ニマンガンの粉末のうちの少なくともいずれか一方を含むもの）を用いたり、請求項6に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体（例えば、請求項7に記載のように酸素ガスと水蒸気の少なくともいずれか一方を含むもの）を用いることができる。

【0016】

さらに、酸化剤の供給方法として、請求項8に記載のように、酸化性薬液を、滴下によって研磨面に供給したり、請求項9に記載のように、酸化作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給したり、請求項10に記載のように、酸化作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給したり、請求項11に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体を、研磨を行おうとする部位に吹き付けることにより研磨面に供給したり、請求項12に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側から研磨を行おうとする部位に吹き出させることにより研磨面に供給したり、請求項13に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体の雰囲気下において研磨を行うことにより同気体を研磨面に供給することができる。

【0017】

また、請求項14に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させて研磨面に供給したり、請求項15に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給すると、化学反応を促進させることができる。

【0018】

ここで、請求項16に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末は、二酸化チタンと硫化カドミウムと三酸化ニンジウムのうちの少なくとも一つを含むものであるとすることができる。

【0019】

さらに、請求項17に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射すると、触媒作用を向上させることができる。

また、請求項18に記載のように、半導体ウェハを加熱しながら半導体ウェハの研磨を行うと、研磨能率を向上させることができる。

【0020】

さらに、請求項19に記載のように、半導体ウェハは、炭化珪素ウェハであるとしたり、請求項20に記載のように、半導体ウェハを研磨する加工圧力を、0

.0098~0.294 MPa (0.1~3.0 kgf/cm²) とすると、実用上好ましいものとなる。

【0021】

また、メカノケミカル研磨装置として、請求項21に記載のように、研磨面に酸化性薬液を供給するための注液器を設けたり、請求項22に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に、酸化作用のある固体粉末を配したり、請求項23に記載のように、研磨面に向かって酸化性気体を吹き付けるガスインジェクタを設けたり、請求項24に記載のように、研磨面を酸化性気体雰囲気下にするために密閉容器構造としたり、請求項25に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性気体を供給するガス通路を設けることにより、より好ましいものとなる。

【0022】

さらに、請求項26に記載のように、少なくとも研磨面を加熱する加熱手段を設けたり、請求項27に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を分散した液を研磨面に供給するための注液器を設けたり、請求項28に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材に、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を配すると、好ましいものとなる。ここで、請求項29に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射する光源を設けるとよい。

【0023】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

以下、この発明を具体化した第1の実施の形態を図面に従って説明する。

【0024】

図1には、本実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図を示す。

研磨定盤1には研磨布2が貼り付けられている。この研磨布2には、発泡ポリウレタン、不織布、フェルト、スウェード等が使用される。研磨定盤1の上方においてウェハ保持用テーブル3が配置され、ウェハ保持用テーブル3にSICウ

エハ4を保持することができるようになっている。また、加工の際には、ウェハ保持用テーブル3が研磨布2に向かって押し付けられ、SiCウェハ4における研磨する面が所定の加工圧力で押し付けられる。

【0025】

また、ウェハ保持用テーブル3および研磨定盤1は回転することができる。

さらに、研磨定盤1の上方において注液器（ノズル）5が設置され、この注液器5から薬液6が研磨布2上に滴下される。この薬液6は、過酸化水素水（酸化性薬液）に酸化クロム(III)の砥粒を分散させたものである。つまり、酸化クロム砥粒と酸化性の薬液を混合して用いている。

【0026】

このように、酸化クロム(III)の粉末を砥粒として用い、被研磨材である単結晶SiCウェハ（半導体ウェハ）4を研磨布2に押し付けながら研磨を行う際に、研磨布2の上に注液器5から酸化性の薬液である過酸化水素水を滴下して過酸化水素水を研磨面に供給する機構となっている。これにより、研磨面に過酸化水素水（酸化剤）が存在する状態で研磨を行うことができる。

【0027】

なお、ウェハ保持用テーブル3を研磨定盤1に対して揺動させると、ウェハ面内の加工精度が向上するとともに、研磨布の寿命も向上させることができる。

次に、メカノケミカル研磨方法について説明する。

【0028】

まず、ウェハ保持用テーブル3にSiCウェハ4を保持する。そして、研磨する面を研磨定盤1に貼り付けられた研磨布2に所定の加工圧力で押し付ける。さらに、ウェハ保持用テーブル3と研磨定盤1を回転させ、研磨布2上に薬液（酸化クロム砥粒が分散した過酸化水素水）6を滴下しながら研磨する。

【0029】

この研磨を行う際に研磨面に過酸化水素水（酸化剤）が存在し、この過酸化水素水により研磨能率が促進される。これは、酸化クロム砥粒はSiCの表面に酸化物を形成する触媒として機能し、研磨面に配した過酸化水素水によりSiCと反応する酸素が増加して反応効率が向上し、研磨能率の促進が図られるものと考

えられる。このようにして、SiCなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができる。

【0030】

ここで、研磨可能な最低圧力は、研磨布2の種類、酸化クロム砥粒の濃度や粒径、過酸化水素水の濃度や滴下量、さらにはウェハ保持用テーブル3と研磨定盤1の回転数などによって決まる。

【0031】

本発明者の実験では、低い加工圧力(0.34 kgf/cm^2)でも30分の研磨で、 1.20 nm (中心線平均あらさRa)の面粗度を 0.43 nm に平滑化することができた。このときの研磨条件は、発泡ポリウレタンの研磨布、過酸化水素水(濃度10%)に、 $0.5 \mu\text{m}$ (粒径)の酸化クロム砥粒(濃度10wt%)を分散させた研磨液(滴下量5.0ミリリットル/分)、及びウェハ保持用テーブルの回転数40rpm、研磨定盤の回転数40rpmの条件で行った。

【0032】

詳しい実験結果を図2~9を用いて説明する。

実験は次のようにして行った。試料として、単結晶SiC(6H-SiC)を用い、このSiCウェハの(0001)Si面を研磨した。研磨条件は、(i)本実施形態で説明した過酸化水素水(酸化剤)を滴下しながらのポリッシュと、比較のために、(ii)ドライポリッシュおよび(iii)ウェットポリッシュの三通りである。詳しくは、(i)の過酸化水素水を滴下しながらのポリッシュについては、酸化クロム砥粒(10wt%)を過酸化水素水(濃度10%)に分散させた液を研磨布に滴下して研磨した。(ii)のドライポリッシュについては、酸化クロム砥粒を塗布した研磨布で研磨した。(iii)のウェットポリッシュについては、酸化クロム砥粒を10wt%で水に分散させた酸化クロム液を研磨布に滴下して研磨した。

【0033】

研磨の評価は、面粗度の時間的変化で行った。つまり、各試料の面粗度の変化を調べた。

また、研磨布は発泡ポリウレタン、酸化クロムは粒径 $0.5 \mu\text{m}$ の砥粒を用い

た。加工圧力は 3.0 kg f/cm^2 である。研磨前の表面は、研削（#8000）で加工した面であり、一定方向にダイヤモンドの砥石が削った凹凸（研削条痕）があった。

【0034】

図2には、前述のドライポリッシュを10分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 1.11 nm であった。同様に、図3には、ドライポリッシュを20分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 0.80 nm であった。また、図4には、前述のウェットポリッシュを10分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 1.15 nm であった。同様に、図5には、ウェットポリッシュを20分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 0.92 nm であった。さらに、図6には、前述の過酸化水素水（酸化剤）を滴下しながらのポリッシュを10分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 0.73 nm であった。同様に、図7には、過酸化水素水（酸化剤）を滴下しながらのポリッシュを20分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度 R_a は 0.57 nm であった。

【0035】

このようにして得られたデータをまとめたものを図8に示す。図8の横軸には研磨時間をとり、縦軸には面粗度をとっている。この面粗度の変化を示す図から、酸化剤を混合した条件（試料）が短い研磨時間で面粗度が向上していることが分かる。また、20分の加工をした段階では、酸化剤を混合した場合のみ、研削条痕が消滅していた。このように、酸化剤を混合することによって、研磨促進の効果が確認できた。

【0036】

さらに、加工圧力を下げて同様の実験を行った（加工圧力以外はすべて同じ条件で研磨を行った）。具体的には、これまで 3.0 kg f/cm^2 であったが、 0.6 kg f/cm^2 に下げて、ウェットポリッシュ（酸化クロム砥粒を水に10wt%で分散）と酸化剤混合のポリッシュ（酸化クロム砥粒を過酸化水素水（10%）に10wt%で分散）を行った。図9にはその実験結果（面粗度の変化）を示す。

【0037】

この図9と前述の図8とを比較すると、ウェットポリッシュと酸化剤混合のポリッシュとでは加工圧力が低くなると、過酸化水素の有無で研磨能率の差が顕著になることが分かる。つまり、例えば、40分間の研磨を行ったときで比較すると、ウェットポリッシュでは加工圧力 3.0 kgf/cm^2 の実験(図8)では $R_a = 0.6 \text{ nm}$ であるとともに加工圧力 0.6 kgf/cm^2 の実験(図9)では $R_a = 1.2 \text{ nm}$ であるのに対し、酸化剤混合のポリッシュでは図8では $R_a = 0.6 \text{ nm}$ であるとともに図9でも $R_a = 0.6 \text{ nm}$ であり、ウェットポリッシュ(水に分散)では加工圧力が下がると研磨能率は大幅に低下するが、酸化剤として過酸化水素を混合したポリッシュについては研磨能率の低下が小さいことが分かる。

【0038】

また、データの図示は行わないが、酸化剤混合のポリッシュ条件で、さらに加工圧力を低く(0.34 kgf/cm^2)して実験を行ったが、30分の研磨時間で面粗度は R_a が 1.20 nm から 0.43 nm まで低減した。

【0039】

このようなことから、酸化剤として過酸化水素を混合することで、加工圧力を低くしても研磨能率の低下は小さいことが分かる。

以上のような考察および実験結果から、酸化クロム(Cr_2O_3)を砥粒にして研磨する際に、酸化クロム砥粒と酸化剤を混合することによって、低い加工圧力で、容易に、効率よくSiCウェハを研磨することができる。より好ましくは、ウェハを研磨する加工圧力を、 $0.0098 \sim 0.294 \text{ MPa}$ ($0.1 \sim 3.0 \text{ kgf/cm}^2$)とするとよい。

【0040】

なお、酸化クロムが同量ならば、酸化クロムの砥粒径が小さくなるほど、その表面積が大きくなるために研磨能率は向上し、面粗度も向上する。従って、砥粒径は $5 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0041】

本実施形態の応用例として、次のように実施してもよい。

図10に示すように、酸化クロム砥粒11を塗布した研磨布2に対し、過酸化水素水（薬液10）を滴下して研磨しても同様の効果が得られる。

【0042】

また、図11に示すように、酸化クロム砥粒21を塗布した研磨布2に対し、過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散した薬液20を滴下しながら研磨してもよい。こうすると、研磨面と接触する砥粒が増加することから、研磨能率はさらに向上する。

【0043】

また、研磨布に限らず、酸化クロム砥粒と酸化剤を保持できるならば、金属、セラミックでもよい。具体的には、金属としては、錫、鉛、アルミニウム、ステンレス、銅などを挙げることができる。

【0044】

また、研磨布の代わりに、図12に示すように、ポリエステルフィルム基材31上に樹脂接着剤で均一に酸化クロム粒子32を塗布したラッピングフィルム30でもよく、さらには、酸化クロム砥粒を樹脂で固めたディスクでもよい。ここで、ラッピングフィルム30のような固定砥粒の場合は、遊離砥粒と異なり、砥粒が凝集することができないため、粒径のそろった砥粒による研磨が可能となる。また、ラッピングフィルム30は目詰まりしやすいことを考慮して、過酸化水素水（薬液）を高圧でフィルム30に吹き付けて研磨屑を除去して目詰まりを防止することも有効である。あるいは、図12に示すように、ラッピングフィルム30に圧力をかけて、一定速度でフィルム30を送り出しながらSiCウェハ35を研磨する場合において（テープ研磨法において）、ラッピングフィルム30に注液器（ノズル）36から過酸化水素水（薬液）37を滴下しながら研磨することは目詰まりを防止することになる。

【0045】

また、図13に示すように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末、具体的には二酸化チタン（TiO₂）を滴下する液に分散させて研磨面に供給してもよい（薬液40として滴下してもよい）。つまり、TiO₂粉末を過酸化水素水中に混合し、この液（酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用

のある固体粉末を分散した液) を注液器5から研磨面に供給する。TiO₂粉末を研磨面に供給することに関して、これを後記する第2や第3の実施の形態において行うようにしてもよい。なお、酸化クロム粉末以外のSiC表面に反応生成物を形成する化学反応を促進するための触媒として、二酸化チタン(TiO₂)以外にも、硫化カドミウム(CdS)、三酸化ニインジウム(Ind₂O₃)、二酸化ジルコニア(ZrO₂)、三酸化二アルミニウム(Al₂O₃)、二酸化シリコン(SiO₂)の粉末を用いてもよい。

【0046】

あるいは、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末(TiO₂粉末等)を研磨布2に塗布して(SiCウェハ4に対し相対運動する部材側に配することにより)、研磨面に供給してもよい。

【0047】

ここで、このようなTiO₂粉末等を用いる場合、さらに触媒機能を高めるために(触媒作用を向上させるために)、図13に示すように、光源42、43、44を用いて、化学反応の触媒作用のある固体粉末(TiO₂粉末等)に対し光を照射するとよい。詳しくは、光源43を用いて光を研磨布2に当てながら研磨したり、光源42、44を用いてSiCウェハ4の研磨面に光を当てながら研磨してもよい。

(第2の実施の形態)

次に、第2の実施の形態を、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0048】

図14には、本実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図を示す。

本装置においては、研磨布2上に塗布する砥粒50として、酸化クロムと、酸化作用のある固体粉末を混合したものを使用している。つまり、酸化剤として酸化作用のある固体粉末、具体的には二酸化マンガン(MnO₂)の粉末を用い、この粉末を、研磨布2(SiCウェハ4に対し相対運動する部材側)に配することにより研磨面に供給する機構となっている。

【0049】

研磨手順としては、研磨布2上に、酸化クロム砥粒と二酸化マンガン(MnO_2)の粉末を砥粒50として塗布した状態で、SiCウェハ4を研磨する。ここで、二酸化マンガンは酸化作用があるため、SiCと反応してSiC表面に酸化物を形成するが、酸化クロム砥粒はその触媒として酸化反応を促進するとともに、形成された酸化物を除去する研磨砥粒として機能する。これによって、研磨能率が向上し、低い加工圧力でも研磨が可能となる。

【0050】

本実施形態の応用例として、次のように実施してもよい。

図15に示すように、酸化クロム砥粒と二酸化マンガン(MnO_2)の粉末を砥粒50として研磨布2上に塗布するとともに、注液器51から過酸化水素水(薬液52)を滴下してもよい。こうすると、酸化効率(研磨能率)を高めることができる。また、この場合、 MnO_2 と過酸化水素が反応して酸素が生成し、さらに効率がよくなる。ここで、薬液52として、過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散させたものを用いてもよい。

【0051】

また、この図15において、薬液52として、分散媒(例えば、水)に二酸化マンガン(MnO_2)の粉末を分散させたものを用いてもよい。つまり、酸化作用のある固体粉末(MnO_2)を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給するようにしてもよい。

【0052】

また、酸化作用のある粉末としては、二酸化マンガン(MnO_2)の粉末の他に三酸化二マンガン(Mn_2O_3)の粉末、あるいは MnO_2 の粉末と Mn_2O_3 の粉末の混合物を用いてもよい。

【0053】

また、ラッピングフィルム(図12参照)を使用する場合は、酸化クロム砥粒が固着されたフィルム上に酸化作用のある固体粉末を塗布したり、あるいは酸化クロム砥粒と酸化作用のある固体粉末を混合してフィルム上に固着してもよい。このとき使用する酸化作用のある固体粉末としては、 $BaCO_3$ 、 $CaCO_3$ 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 MgO 、 In_2O_3 等を挙げることができ

る。

(第3の実施の形態)

次に、第3の実施の形態を、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0054】

本実施の形態では、酸化剤として、少なくとも酸素を含有した气体、具体的には酸素ガスを用いている。

装置の構成としては、図16に示すように、研磨面を酸化性气体雰囲気下にするために密閉容器構造を採用している。詳しくは、酸素雰囲気作成用チャンバ60内に研磨定盤1、研磨布2、ウェハ保持用テーブル3を配置している。チャンバ60内は酸素雰囲気下となっており、この酸素雰囲気下において研磨を行うことにより酸素ガスを研磨面に供給するようにしている。

【0055】

研磨手順としては、ウェハ保持用テーブル3にSiCウェハ4をセットした後に、チャンバ60内を酸素雰囲気にする。そして、酸素雰囲気中で研磨を行う。つまり、酸化クロム砥粒61を塗布した研磨布2上でSiCウェハ4を研磨する。このとき、SiCウェハ4と研磨布2の接触面に酸素が供給される。

【0056】

図16に代わる装置として、図17に示すように、ガスインジェクタ70から酸素ガスを研磨を行おうとする部位（研磨面）に向かって吹き付けて酸素ガスを研磨面に供給してもよい。詳しくは、SiCウェハ4と接触する直前の研磨布2（研磨布2におけるSiCウェハ4に対し上流側となる部位）に、酸素ガス噴射用ガスインジェクタ70から酸素ガスを吹き付ける。

【0057】

さらに、図16に代わる装置として、図18に示すように、研磨定盤1に酸素ガス供給通路80を設ける。つまり、SiCウェハ4に対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性气体を供給するガス通路80を設ける。そして、この通路80を通して酸素ガスを研磨布2の裏面側（SiCウェハ4に対し相対運動する部材側）から研磨布2の表面での研磨を行おうとする部位に吹き出させる。

【0058】

より詳しくは、図18の構成とする場合（研磨布2の裏面から酸素を供給する場合）、研磨定盤1にガス通路80を設けることに加え、研磨布2にはガス通過用の微小な穴を有するものを選択する。例えば、独立発泡体のポリウレタン材の研磨布は発泡部が大きければ既に表から裏に貫通する孔が形成されており、また、連続発泡体の不織布材の研磨布は酸素を通過させることができる。

【0059】

なお、供給する気体、つまり、少なくとも酸素を含有した気体は、酸素ガスの他に、水蒸気などの酸素を含有した他の気体を用いることができる。

また、図19に示すように、フィルム基材31上に樹脂接着剤で均一に酸化クロム粒子32を塗布したラッピングフィルム30上でSiCウェハ35を研磨する際に、ガスインジェクタ70から酸素ガス（広義には酸素を含有した気体）を吹き付けるようにすると、目詰まりを防止することができる。

【0060】

また、図20に示すように、反応を促進するために（研磨能率を向上させるべく）、SiCウェハ4を加熱しながらSiCウェハ4の研磨を行ってもよく、図20では、ヒータ90, 91を用いてSiCウェハ4を加熱している。あるいは、図21に示すように、研磨布2（研磨定盤1）の端でSiCウェハ4を一部はみ出させて研磨することとし、このみ出した領域4aに光源95から赤外光を当てて加熱するようにしてもよい。このとき、テーブル3（SiCウェハ4）を揺動させるとよい。

【0061】

このように、少なくとも研磨面を加熱する加熱手段90, 91, 95を設けてもよい。これは、前述の第1の実施形態や第2の実施形態において実施することもできる。

【0062】

または、酸化クロム磁粒と酸化剤が保持された研磨布、金属、セラミック、酸化クロム粒子を塗布したラッピングフィルム、あるいは酸化クロム磁粒を樹脂で固めたディスクを加熱することによって研磨能率を高めてもよい（向上させてもよい）。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図2】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図3】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図4】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図5】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図6】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図7】研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図8】研磨時間に対する面粗度を示す図。

【図9】研磨時間に対する面粗度を示す図。

【図10】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図11】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図12】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図13】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図14】第2の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図

【図15】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図16】第3の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図

【図17】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図18】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図19】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図20】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図21】メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図22】半導体装置の断面図。

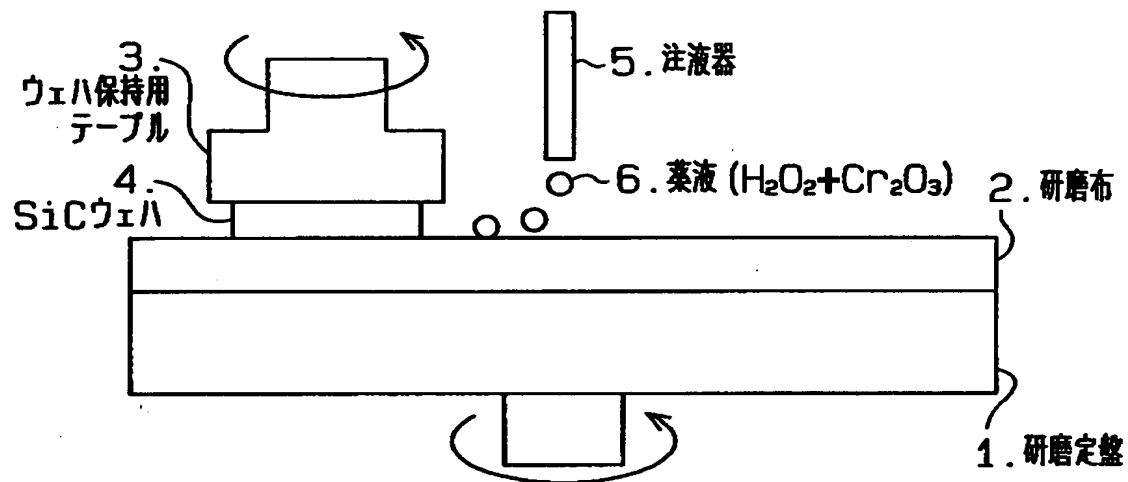
【符号の説明】

1…研磨定盤、2…研磨布、3…ウェハ保持用テーブル、4…SiCウェハ、
5…注液器、6…薬液（過酸化水素水+酸化クロム砥粒）、11…酸化クロム砥
粒、42, 43, 44…光源、50…二酸化マンガン砥粒、51…注液器、52

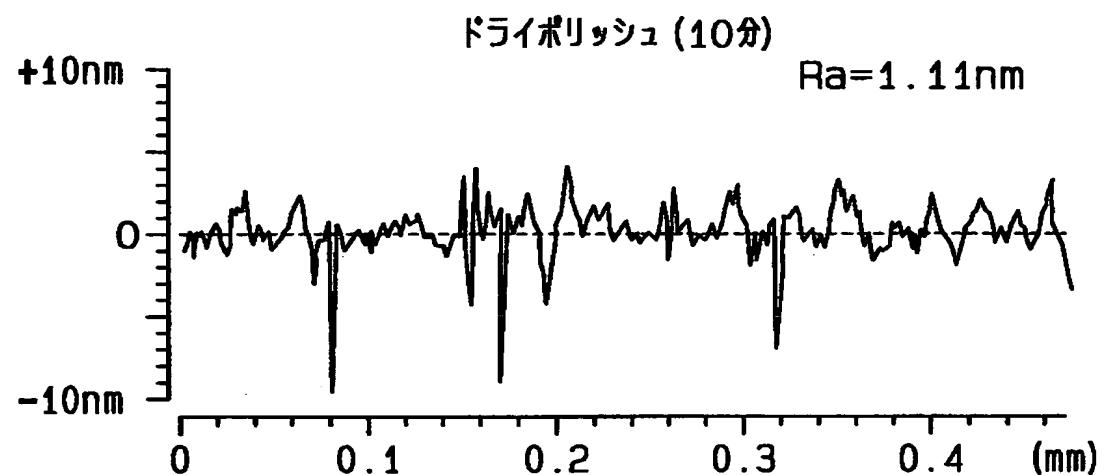
…薬液、60…チャンバ、70…ガスインジェクタ、80…通路、90、91…
ヒータ、95…光源。

【書類名】 図面

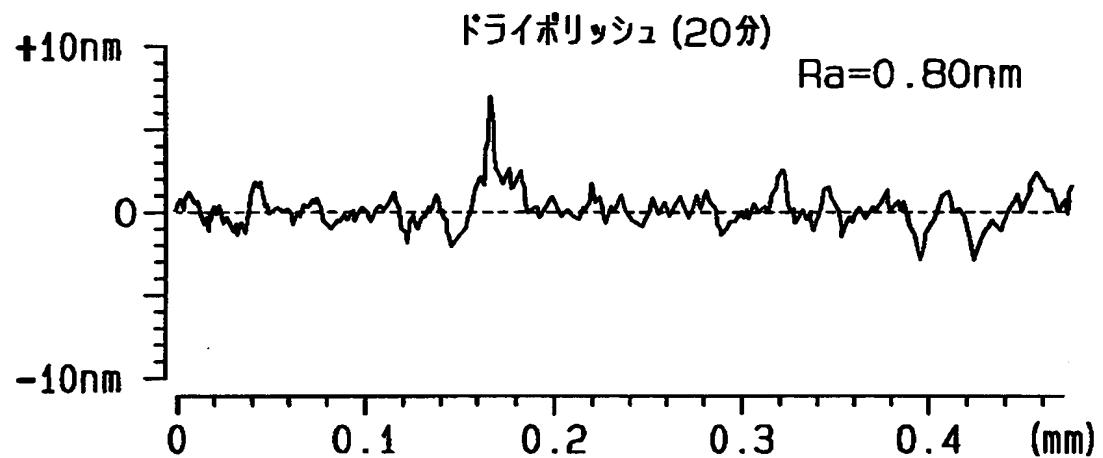
【図 1】



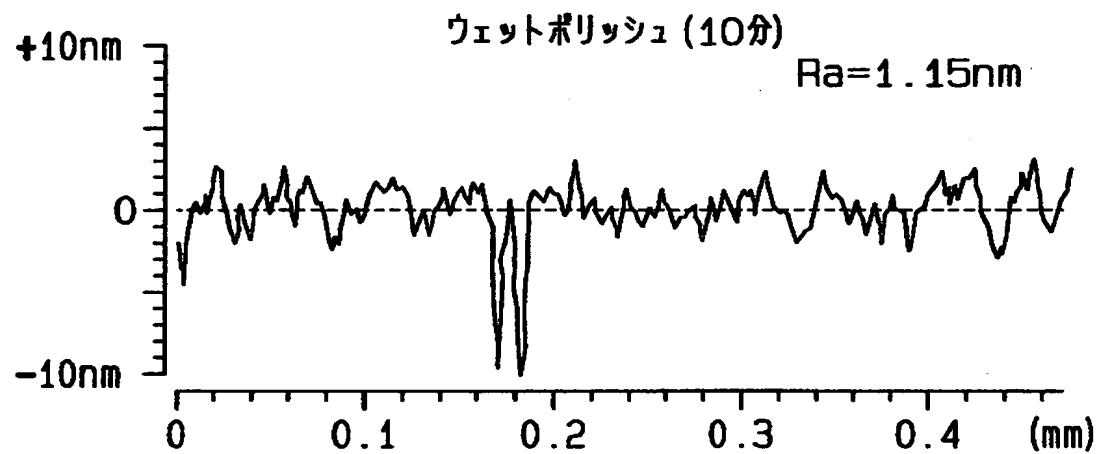
【図 2】



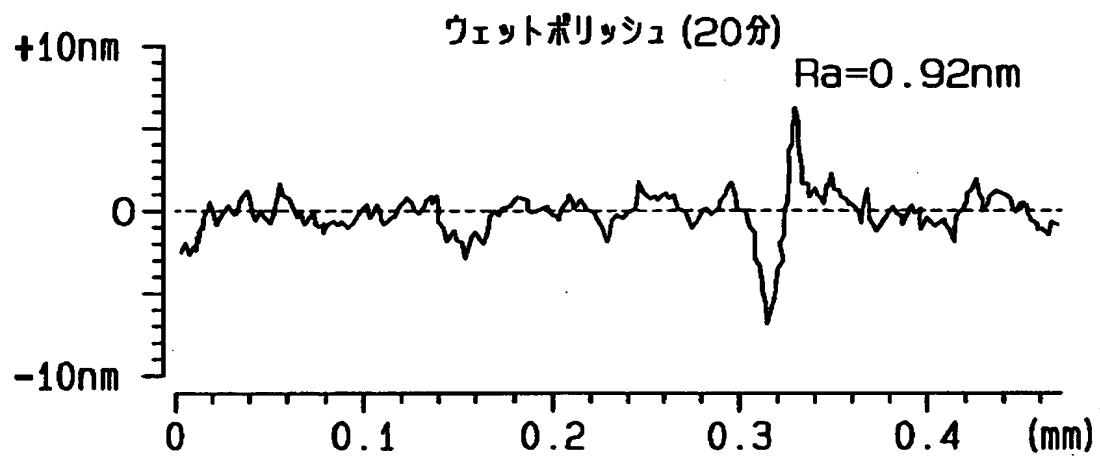
【図3】



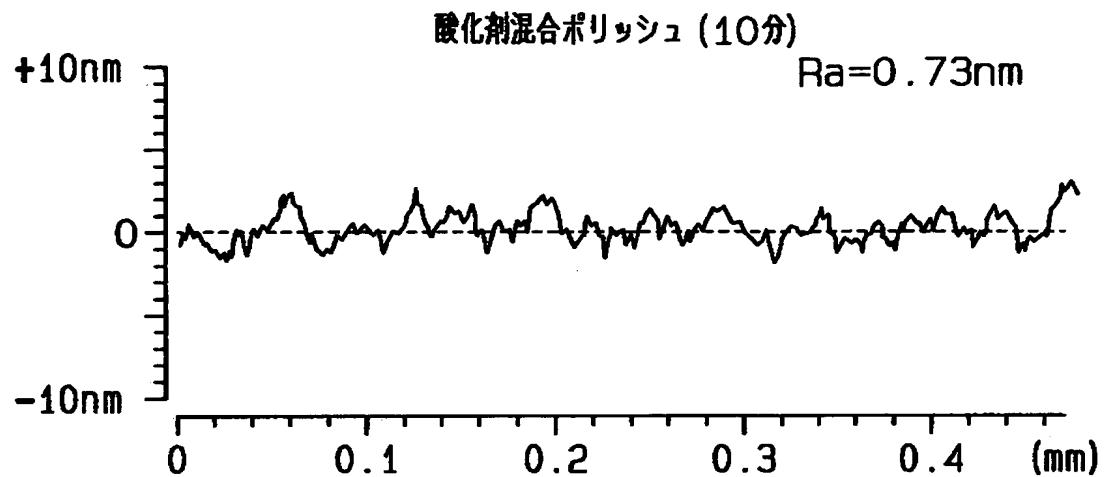
【図4】



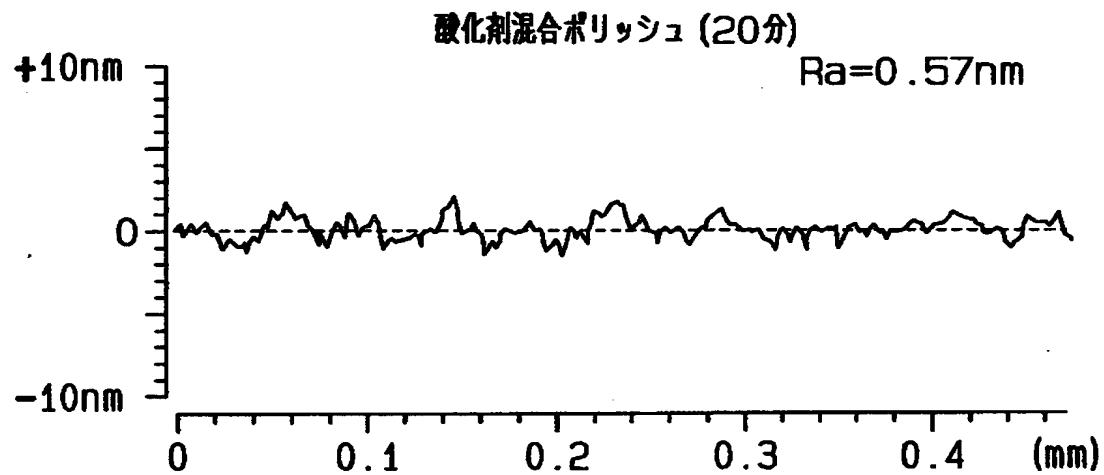
【図5】



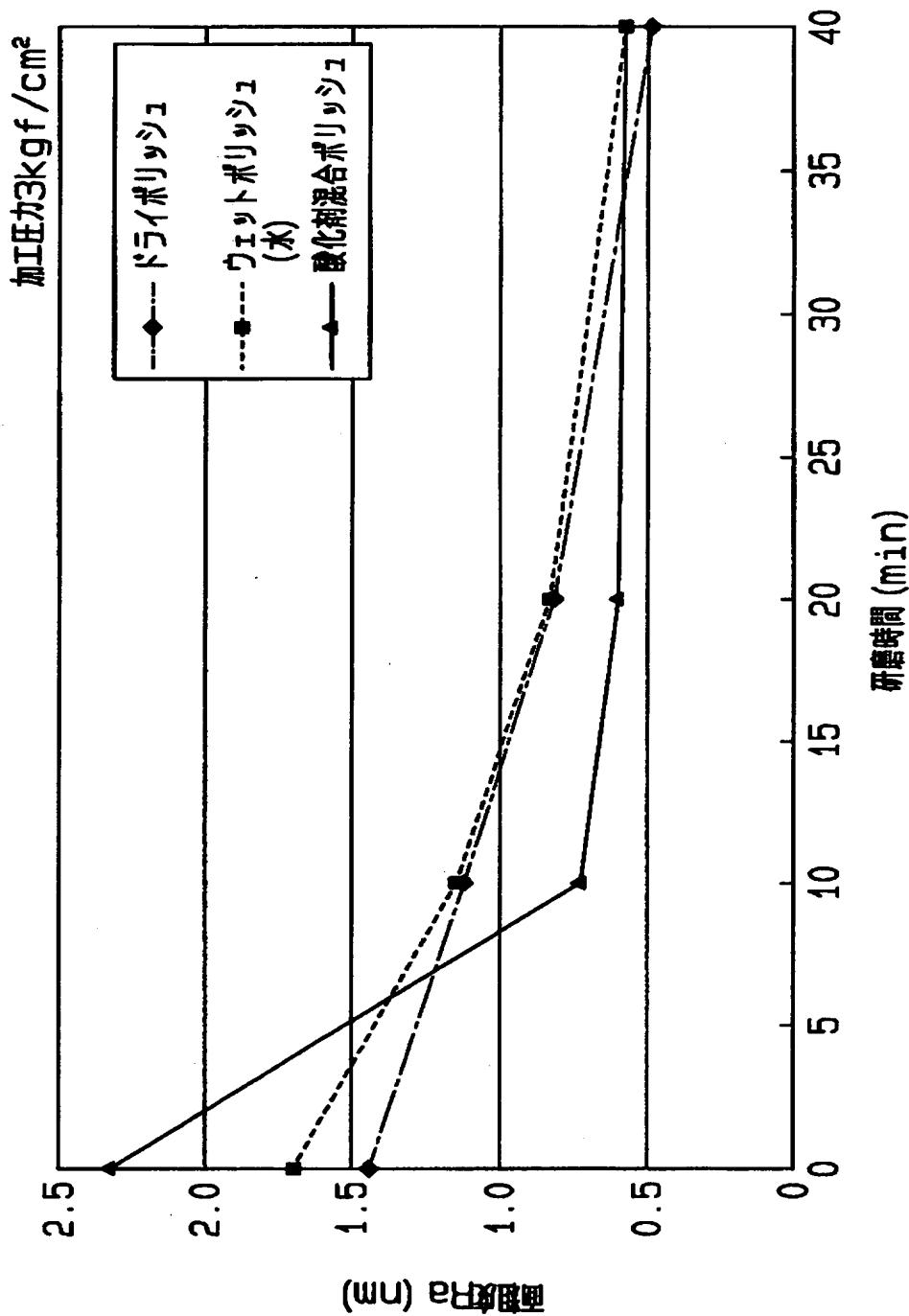
【図6】



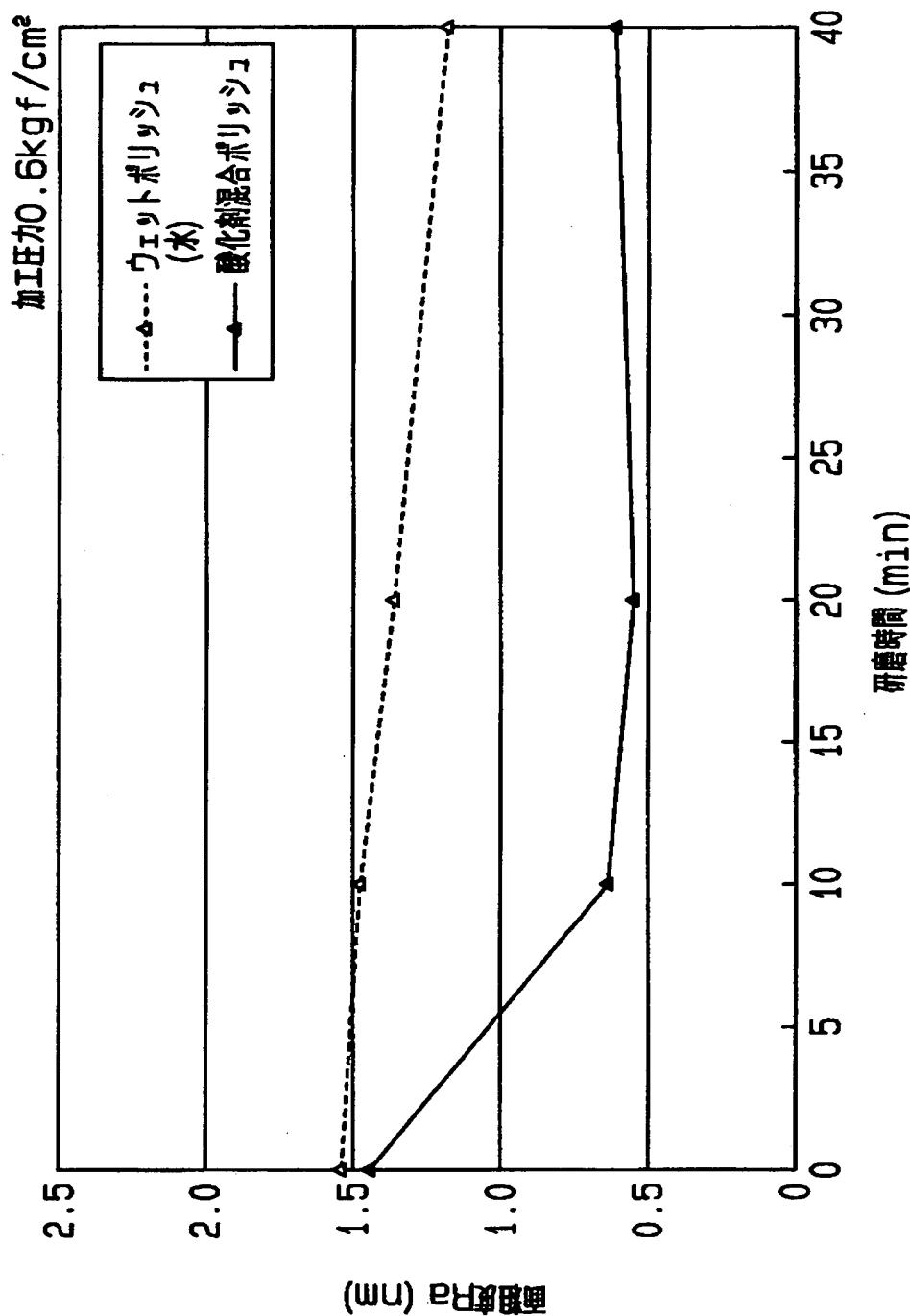
【図7】



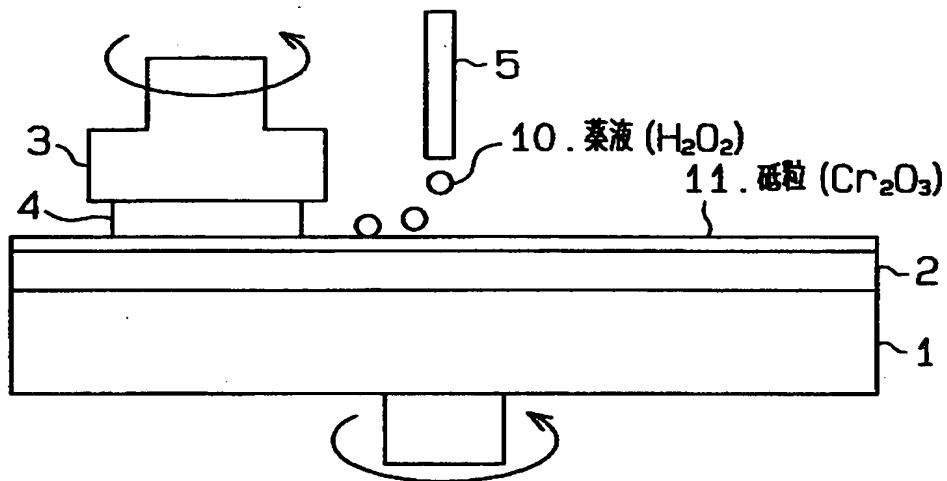
【図8】



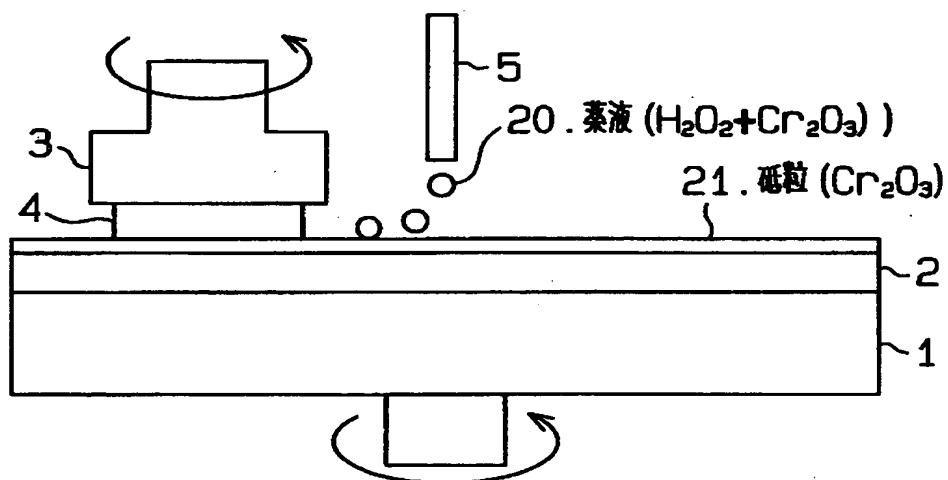
【図9】



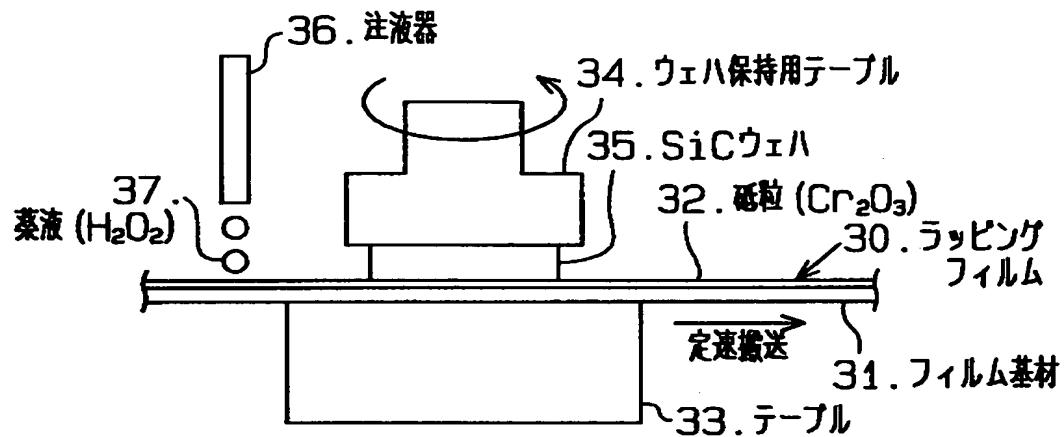
【図10】



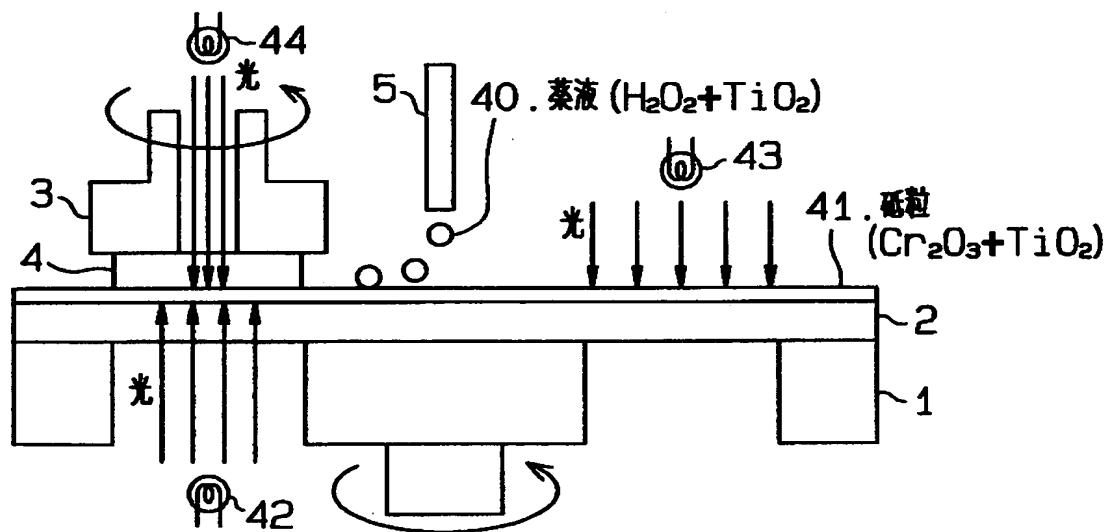
【図11】



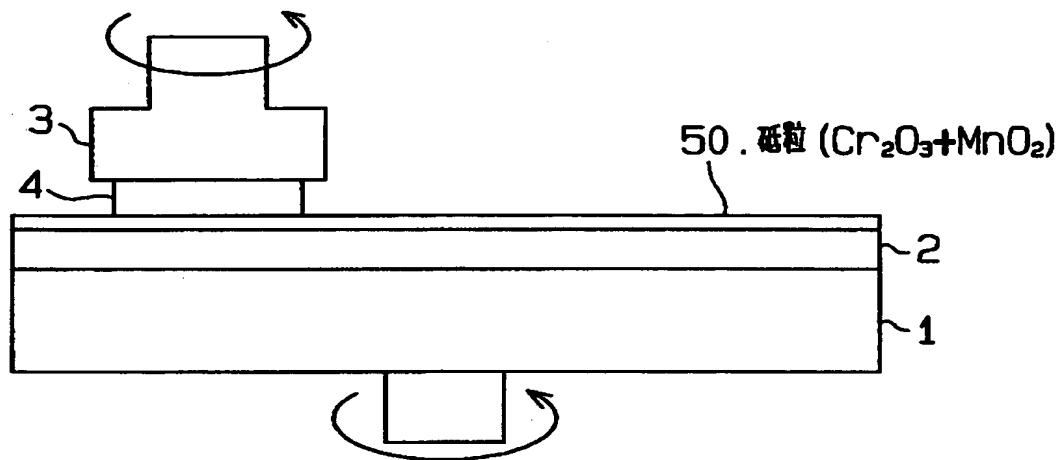
【図12】



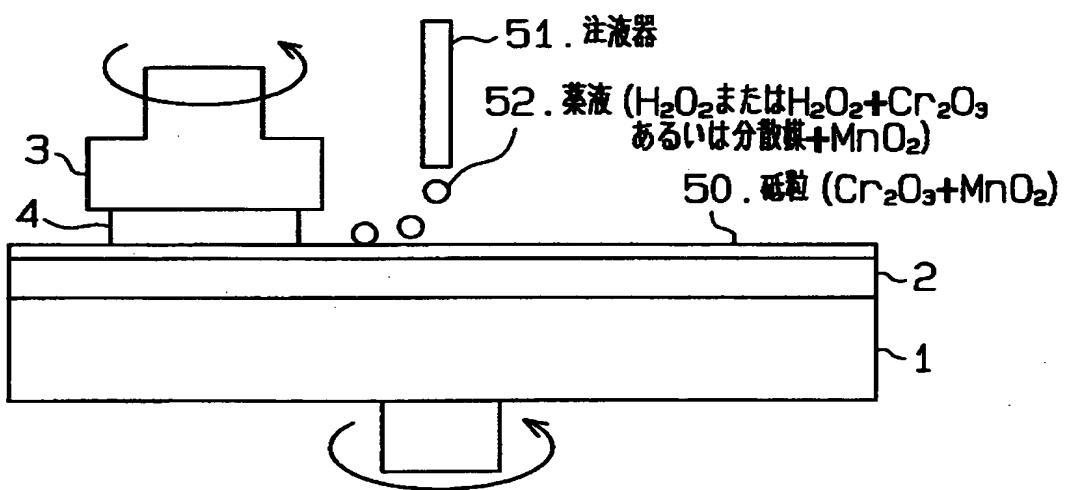
【図13】



【図14】

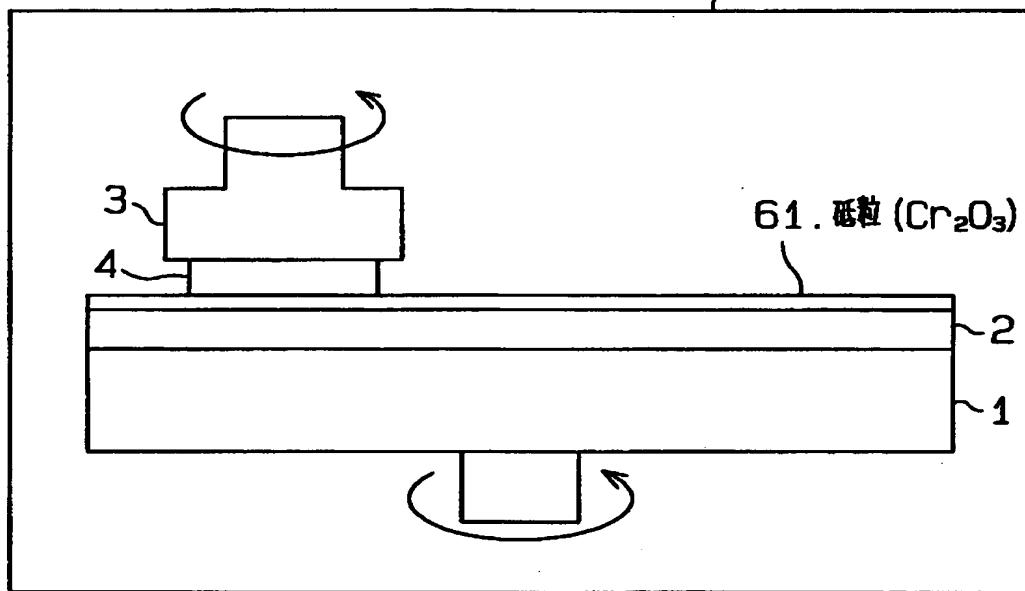


【図15】

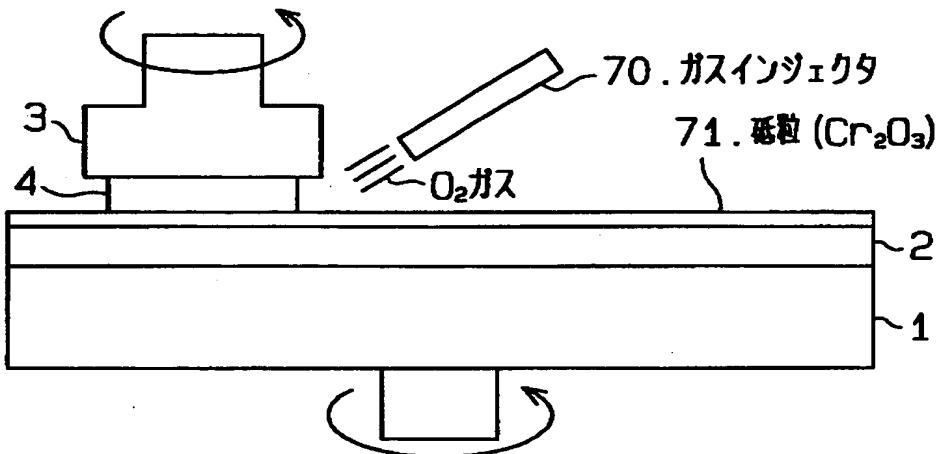


【図16】

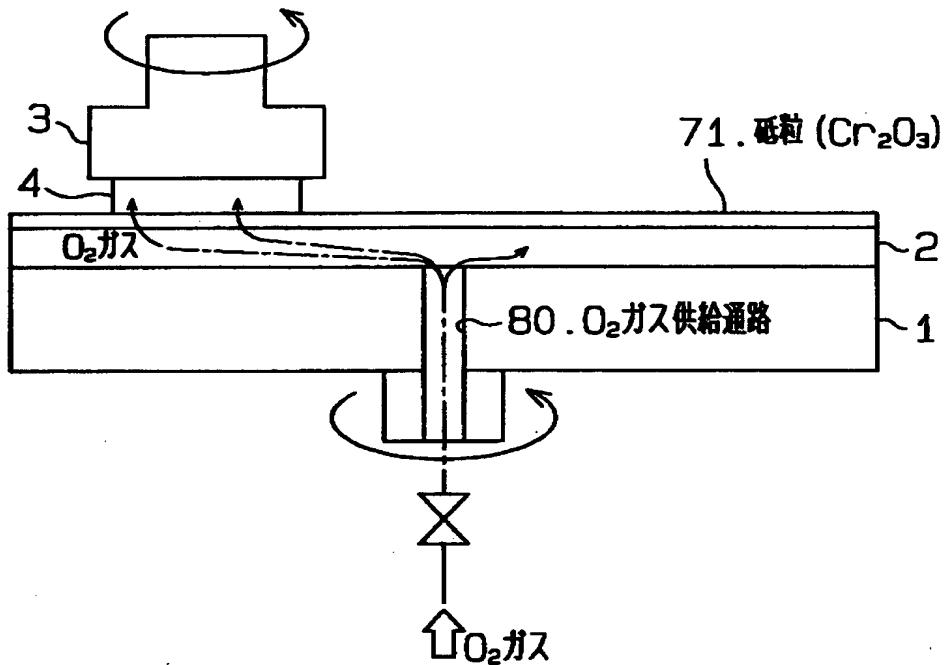
60. 酸素雰囲気作成用チャンバー



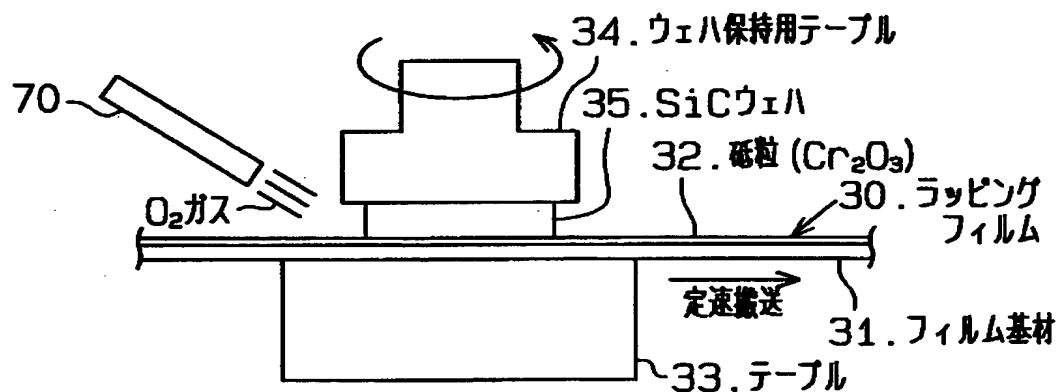
【図17】



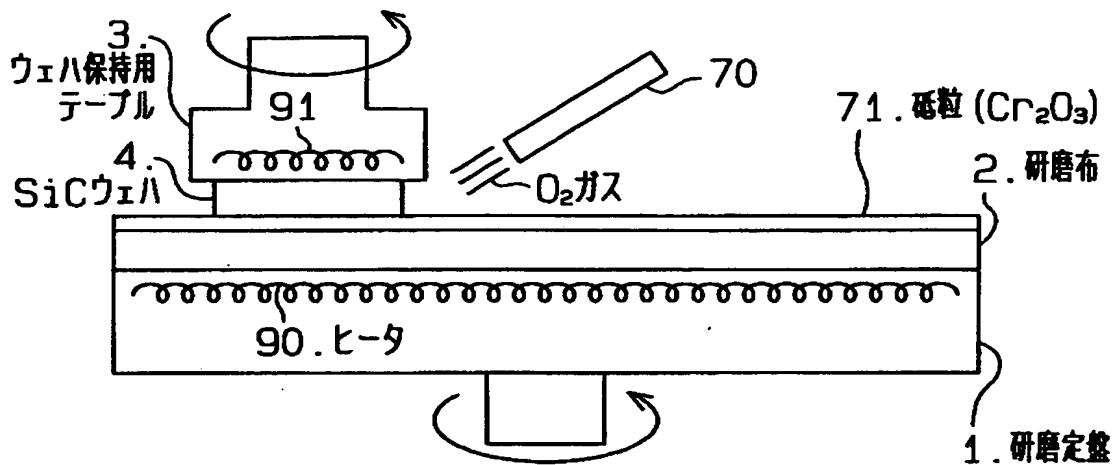
【図18】



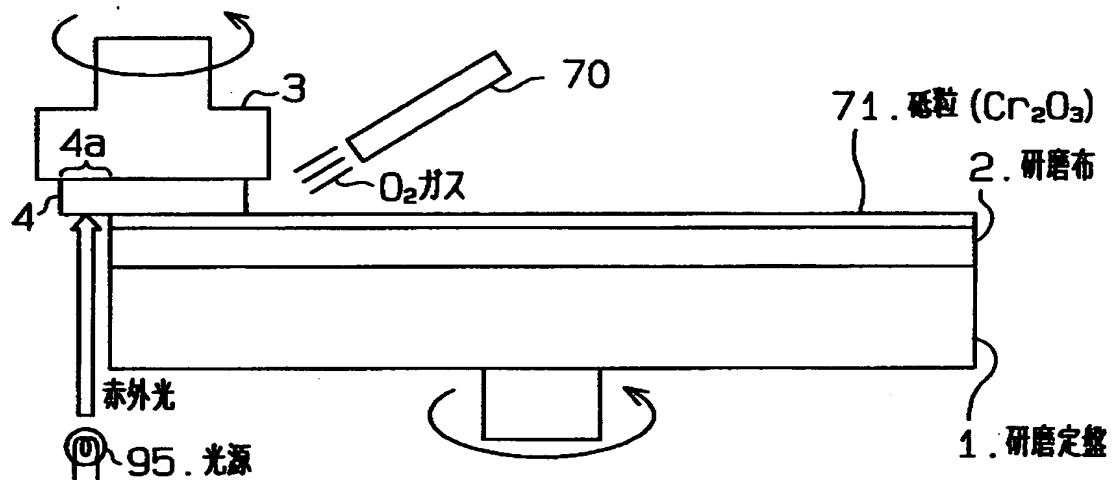
【図19】



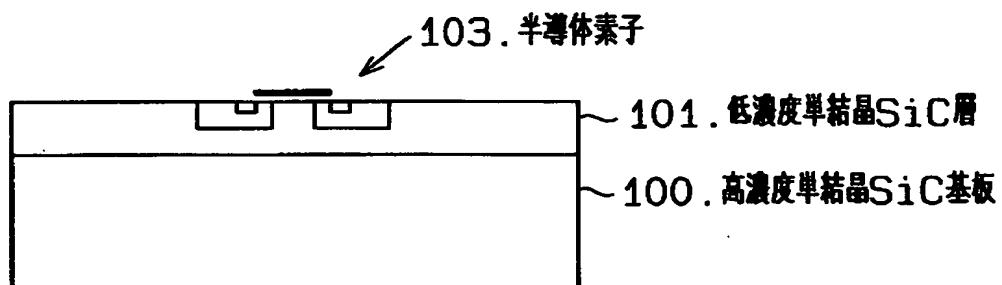
【図20】



【図21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 SiCなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができるメカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置を提供する。

【解決手段】 研磨定盤1には研磨布2が貼り付けられている。研磨定盤1の上方においてウェハ保持用テーブル3が配置され、ウェハ保持用テーブル3にSiCウェハ4が保持される。研磨定盤1の上方において注液器5が設置され、注液器5から薬液（過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散させたもの）6が研磨布2上に滴下される。SiCウェハ4の研磨する面を、研磨定盤1に貼り付けられた研磨布2に所定の加工圧力で押し付け、ウェハ保持用テーブル3と研磨定盤1を回転させ、研磨布2上に薬液6を滴下しながら研磨が行われる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名 株式会社デンソー